

雪堆積場等車両集計システムの導入に伴う車両台数管理の効率化

札幌市 建設局 土木部 雪対策室 事業課 雪施設係

なかむら よしゆき ご とう たかゆき もり や りょうた
中村 芳幸, 後藤 孝行, 森谷 亮太

1. はじめに

札幌市は、約 197 万人の市民が暮らす北海道の中心都市でありながら、冬の約 4 カ月間で 5 m もの降雪がある世界的にも類を見ない多雪大都市である。

冬期において、安心して安全な道路交通を確保し、市民生活や経済活動など冬の暮らしを守る雪対策は、札幌市において非常に重要な施策であり、令和 6 年度の除雪費予算は、車道や歩道など除雪作業に要する費用として約 86 億円、また、排雪作業に要する費用として約 141 億円となっており、加えて、融雪槽などの運用に関する費用を含めた総額は約 278 億円となっている。

この除雪費予算の約半分以上を占める排雪作業において、排雪された雪を受け入れる施設として、約 80 カ所の雪堆積場のほか、融雪槽などの 10 カ所の融雪施設を運用しており、札幌市が行う「公共排雪」と市民や民間事業者などが行う「一般排雪」を合わせて年間約 2000 万 m³ の雪が搬入される。その管理方法は、雪を積載した車両の車種別台数を計測し、各車両に応じた標準積載量を乗じて、雪の搬入量を把握している。

本稿では、車両台数管理の現状や課題、また、新たな集計システムの開発経緯やその導入効果について紹介する。

2. 車両台数管理の現状と課題

(1) 従来の計測方法

雪堆積場の雪処理に関する出来形は、搬入される雪の量で管理している。この搬入量は、公共排雪と一般排雪に区分し、それぞれ搬入車両の車種別区分に応じて標準積載量を定めている（表－1）。

搬入台数の計測方法は、雪堆積場の規模や開設区分（公共専用雪堆積場、一般受入雪堆積場）に応じて、大きく 4 種類に分類される（表－2）。

表－1 搬入車両の車種別区分及び標準積載量

	車種別区分・標準積載量			
	特大 A 10 t・側板	特大 C 10 t	中型車 A 3～6 t未満	
公共排雪	14.0 m ³ /台	12.0 m ³ /台	6.0 m ³ /台	
一般排雪	特大 B 10 t 以上	大型車 6～10 t未満	中型車 B 3～6 t未満	小型車 3 t 未満
	12.1 m ³ /台	9.0 m ³ /台	6.0 m ³ /台	3.0 m ³ /台

表－2 各種計測方法

	大規模施設		小規模施設	
公共排雪車両	①	・ IC カード ・ カードリーダー	②	・ 排雪チケット ・ タイムスタンプ
一般排雪車両	③	・ 車両感知センサー	④	・ 第三者調査員

① IC カード+カードリーダー

IC カードをカードリーダーに挿入し、読み取った車両台数を計測し集計する。

② 排雪チケット+タイムスタンプ

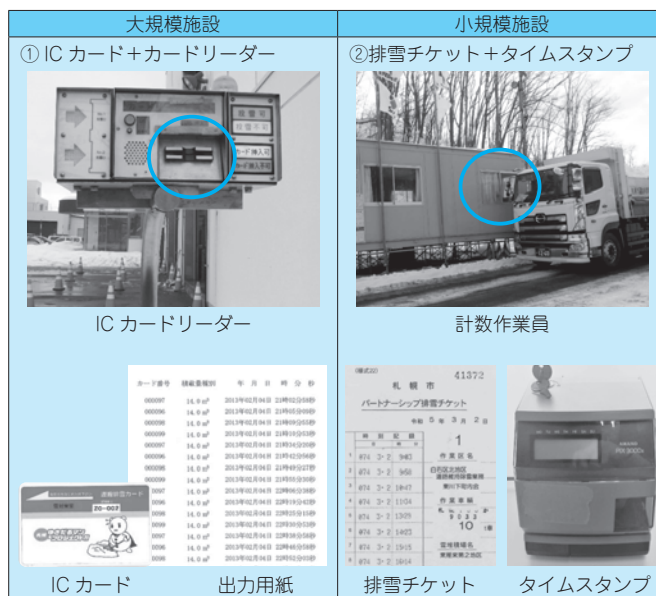
計数作業員がタイムスタンプを使用して運搬排雪チケットに印字し、車種別区分ごとに車両台数を計測し集計する。

③ 車両感知センサー

2 台のレーザーセンサーで排雪車両の形状を把握し、車種別区分ごとに車両台数を計測し集計する。

④ 第三者調査員

委託した第三者調査員が、目視により車種別区分ごとに車両台数を計測し集計する。



図－1 公共排雪車両の計測方法

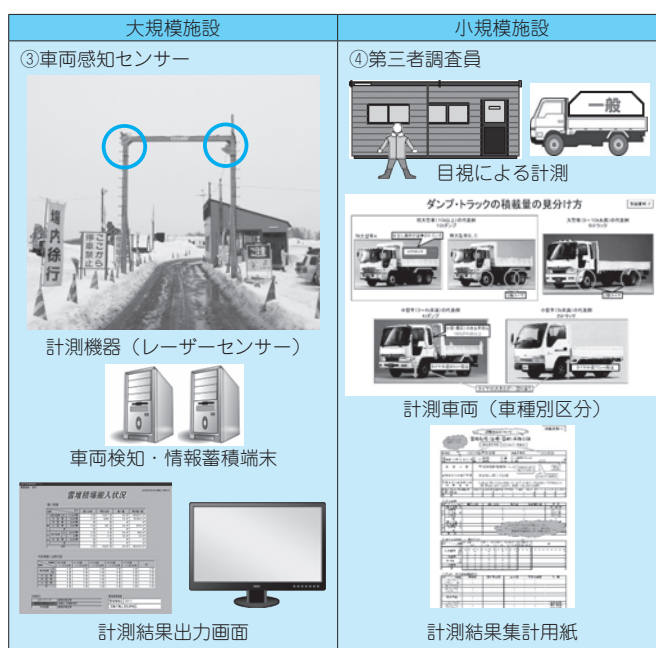
公共排雪車両の計測方法について、大規模な雪堆積場等では、事前に IC カードをダンプトラックの運転手に配布し、雪堆積場等に設置したカードリーダーにカードを差し込み、読み取った台数実績をスタンドアロン型パソコンで管理し、紙に出力したものを取りまとめている。

一方、小規模な雪堆積場等では、事前に運搬排雪チケットをダンプトラックの運転手に配布し、雪堆積場等に配置した計数作業員がタイムスタンプを使用して印字し、除雪従事者が運搬排雪チケットを 1 枚ずつ手計算で取りまとめている（図－1）。

また、一般排雪車両の計測方法については、大規模な雪堆積場では車両感知センサーによる計測を行い、小規模な雪堆積場では目視による計測を行っている（図－2）。

(2) 従来の計測方法の課題

公共排雪車両の台数管理において、大規模な雪堆積場等の計測機器である IC カードリーダーは、導入から既に 20 年以上が経過し、各種機器の老朽化が進んでいた。修繕に必要な部品の製造が終了したことや、採用した仕様の IC カードの調達も困難な状況であった。また、車両台数の集



図－2 一般排雪車両の計測方法

計結果は、雪堆積場等に設置しているスタンドアロン型パソコンで管理しており、除雪従事者が出力用紙を日々回収する必要があった。

さらに、小規模な雪堆積場等での計測手法である運搬排雪チケットは日々膨大な枚数となるが、これらはすべて手計算による集計作業が必要となるため、除雪従事者の事務処理にかかる負担は大きかった。加えて、雪堆積場の作業日誌は、排雪チケットを元に時間ごとの搬入実績などを手入力

により作成する必要があった。

そのほか、少子高齢化の進行や将来的な除雪従事者の減少が見込まれていることから、今後、各種作業員の確保にも懸念が生じている。

3. 新たな車両集計システムの開発

(1) 札幌市冬のみちづくりプラン 2018

札幌市では、雪対策に係る 10 カ年の基本計画である「札幌市冬のみちづくりプラン 2018」を平成 30 年 12 月に策定し、安心・安全で持続可能な冬の道路環境の実現を目標に、五つの取組の視点を設定し、各種取組を進めている。その中で、除排雪作業の効率化・省力化や除雪従事者の労働環境改善を図るため、ICT などの先進技術を活用した取組の一つとして、新たな車両集計システム（当該プランでの名称は「車両管理システム」）の導入を掲げている。

(2) 新たな車両集計システムの開発に求める施策

従来の計測方法におけるさまざまな課題を解決するため、まずは公共排雪車両の計測機器について見直しを行った。

新たな計測機器を含む雪堆積場等車両集計システム（以下、「車両集計システム」という）に求める機能としては、

- ① 吹雪等の悪天候時でも計測が可能である。
- ② 渋滞を誘発させないため、車両を停止させない又は停止時間が短いなど計測に要する時間が短い。
- ③ 計測結果をその場ですぐに確認でき、集計作業が容易である。また、電子ファイルで出力が

可能である。

- ④ タイムスタンプに代わる機器は持ち運びが容易である。

- ⑤ 機器の調達が安易で、運用に係る費用が安価である。

などから、車両側に RF タグを搭載し現地の認証装置で計測する、非接触型のシステム開発を進めた（図－3）。

(3) 新たな車両集計システムの開発経過

開発に当たっては、大規模施設で使用する「屋外型」と小規模施設で使用する「室内型」の 2 種類の機器で開発を進めた。

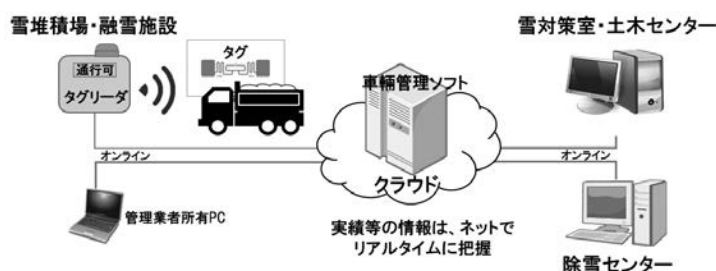
① 令和元年度の概要

1) 機器の選定

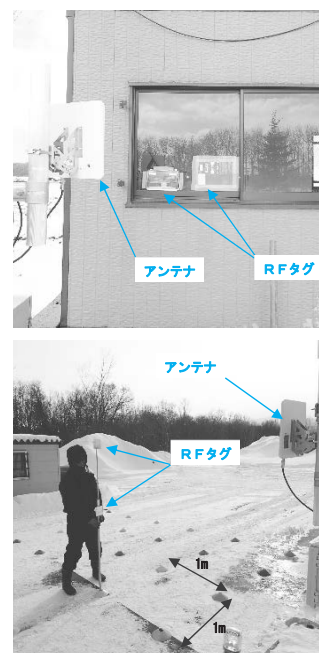
- ・RF タグ：パッシブ型 8 種類を使用（既製品）
- ・リーダライタ：UHF 帯 RFID 送信出力 1 W（既製品）
- ・平面アンテナ：円偏波、直線偏波の 2 種類使用（既製品）

2) 耐環境性能検証、機能検証を実施（写真－1）

- ・低温や降雪時も認証できることを確認
- ・電波出力、アンテナや RF タグの種類ごとの認証範囲を確認し、運用に適した機器、RF タグ



図－3 車両集計システムの概要



写真－1 耐環境性能検証の様子（令和元年度）

2 種類を抽出

- ・現場環境に適した認証装置の要件，装置の設置，設定条件を確認

② 令和 2 年度の概要

1) 屋外型認証装置の試作

- ・RF タグ：パッシブ型 2 種類を使用（既製品）
- ・認証装置：前年度に選定したリーダライタ，平面アンテナ（円偏波）で装置を試作

2) 屋外型認証装置の耐環境性能検証，運用検証（写真－2）

- ・冬期の約 4 カ月間さまざまな気象条件下で安定して認証できることを確認
- ・運用環境に適したアンテナ設置や設定方法，RF タグ，電波干渉などを確認し，車両を用いた検証で認証率 100% を達成

3) クラウドデータ連携基礎検証，開発

- ・車両感知センサーとの連携やクラウドとのデータ連携，基本的な閲覧機能が問題なく利用できることを確認

③ 令和 3 年度の概要

1) 屋外型認証装置の技術検証，運用検証（写真－3）

- ・実際の運搬排雪車両を用いて，実運用に近い形で検証し，適切なタイミングで認証する機器の設置や設定方法を確認

2) 室内型認証装置の使用機器の選定

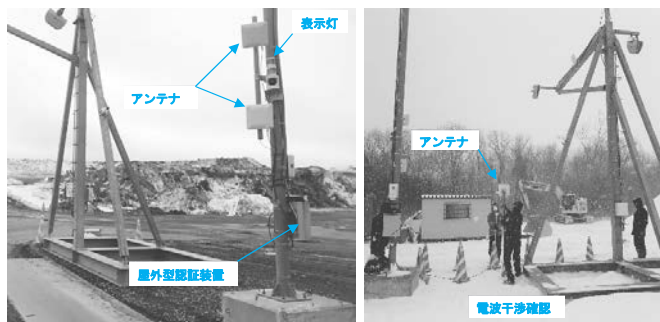
- ・リーダライタ：UHF 帯 RFID 送信出力 250 mW（既製品）
- ・平面アンテナ：円偏波 3 種類を使用（既製品）

3) 室内型認証装置の耐環境性能検証，運用検証

- ・複数の機器構成パターンによる検証を行い，視認性検証や長期間稼動による可用性検証等を踏まえた，実運用に適した機器構成の絞り込みのほか，設置方法を確認

4) クラウド型車両集計システムの開発

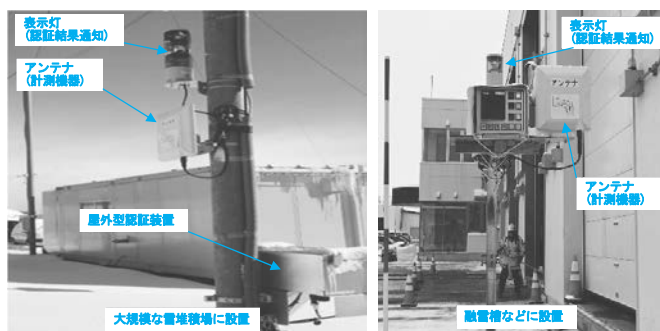
- ・開発したシステムの運用検証，利用者評価を通



写真－2 運用検証の様子（令和 2 年度）



写真－3 運用検証（屋外型）の様子（令和 3 年度）



写真－4 屋外型認証装置（令和 4 年度）

じてクラウド型システムの有効性と実運用に必要な機能を確認

④ 令和 4 年度の概要

1) 屋外型認証装置の製作・運用開始，運搬排雪カードの製作・一部運用開始（写真－4）

2) 室内型認証装置の試作，技術検証，運用検証（写真－5）

- ・持ち運びや保管方法などを考慮した試作機を開発し，さまざまな詰所内の環境に適した設置方法を確認
- ・通信環境など運用に支障がないことを確認

3) クラウド型車両集計システムの一部運用開始

・クラウド型システムによる車両台数の自動集計により、搬入実績を遠隔でリアルタイムに把握可能となった

⑤ 令和5年度の概要

- 1) 室内型認証装置の製作・一部運用開始、運搬排雪カードの運用開始（写真－6）
- 2) クラウド型車両集計システムの運用開始（写真－7）

⑥ 令和6年度の概要

- 1) 室内型認証装置の運用開始

4. 新たな車両集計システムの導入による効果

(1) 作業の効率化や省力化・費用の削減

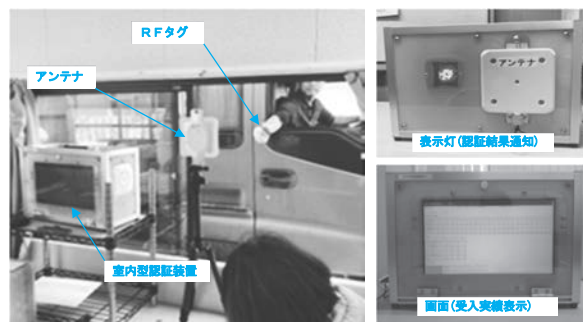
車両集計システムの導入によって、雪堆積場等の搬入量や排雪作業の進捗などリアルタイムで実績確認が可能となったことや、車両台数管理がシステム化されたことにより、これまで手計算で行っていた集計作業や作業日誌の作成も容易となり、各種作業の効率化や省力化が図られた。また、RFタグは入手性が良く安価であることに加え、自動計測によりこれまでの計数作業員が不要となり、費用が削減された。

(2) 各関係者へのヒアリング調査結果

雪堆積場従事者や除雪従事者にヒアリング調査を行ったところ、システム化に対する評価は高く、雪堆積場の受け入れ効率の向上や作業日誌など書類作成の省力化、車両台数集計作業の効率化などが除雪従事者への負担軽減につながったという声がある一方で、システムの改善要望なども寄せられた（表－3、図－4～7）。

5. 今後の更なる効率化・省力化に向けた取組

関係者へのヒアリング調査結果を踏まえ、認証



写真－5 運用検証（室内型）の様子（令和4年度）



写真－6 室内型認証装置とRFタグを貼付した運搬排雪カード（令和5年度）



写真－7 クラウド型車両集計システム画面の一例（トップ画面）

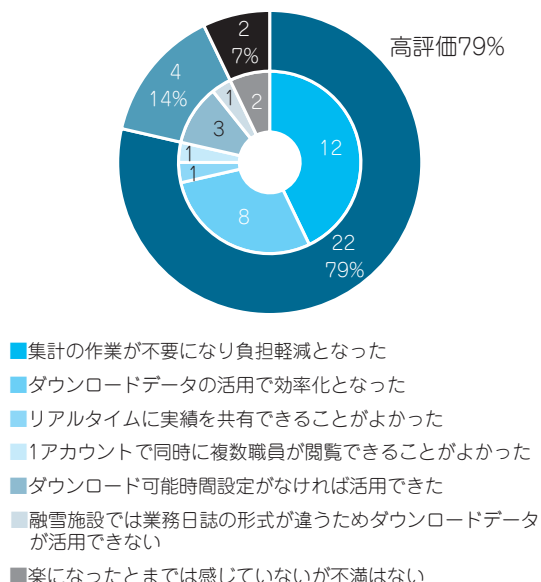
結果の通知方法や操作性の改善、新機能の追加など、更なる効率化・省力化に向けた取組を進める。

また、今後は一般排雪車両の計測方法のうち、大規模な雪堆積場で使用している既存の車両感知センサーに代わるものとして、カメラなどの計測機器を用いて画像解析を行う新たな計測システムの開発を検討しており、このたび開発した車両集計システムと連携することで、更なる除雪作業の効率化・省力化や除雪従事者の労働環境改善を図ってまいりたい。

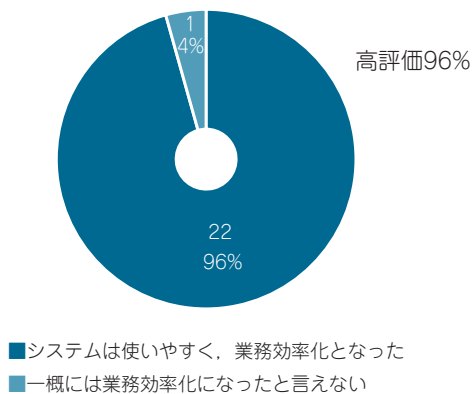
表－3 ヒアリング調査結果集計方法

質問項目	回答内容	グラフ色*
現状のシステムの有効性を計る質問	高評価	青
	改善の余地あり	赤
	その他	緑
その他の質問	－	橙、黄緑、薄青、青

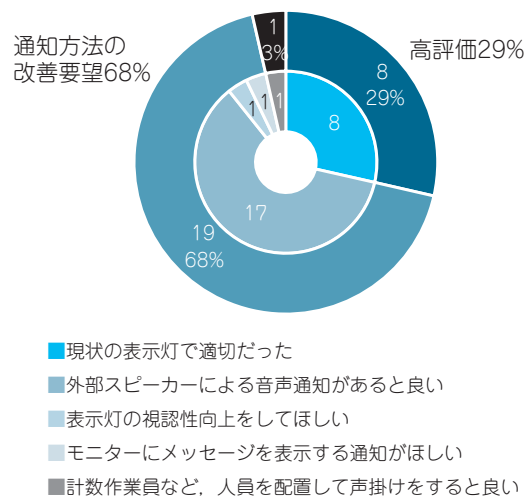
※本誌では、グラフ色が異なります



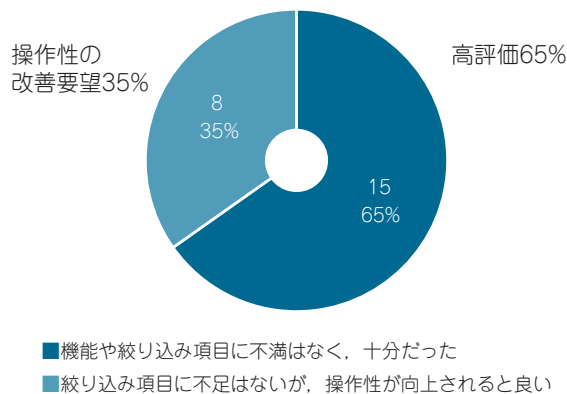
図－4 システム化に対する評価（雪堆積場従事者）



図－6 システム化に対する評価（除雪従事者）



図－5 認証結果通知の評価（雪堆積場従事者）



図－7 運搬排雪実績一覧の評価（除雪従事者）